

# Multidisipliner Rehabilitasyona, Fasilitasyon Egzersizlerinde Yoğun Tekrarların Eklenmesi Hemiplejik Alt Ekstremitenin Motor İşlevsel İyileşmesini Sağlar

## ADDITION OF INTENSIVE REPETITION OF FACILITATION EXERCISE TO MULTIDISCIPLINARY REHABILITATION PROMOTES MOTOR FUNCTIONAL RECOVERY OF THE HEMIPLEGIC LOWER LIMB

Dr.Kazumi KAWAHIRA,<sup>a</sup> Dr.Megumi SHIMODOZONO,<sup>a</sup> Dr.Atstuko OGATA<sup>a</sup> and Dr.Nobuyuki TANAKA<sup>a</sup>

<sup>a</sup>From the Department of Rehabilitation and Physical Medicine, Faculty of Medicine, Kagoshima University, Kagoshima, JAPAN

© Kawahira K, Shimodozono M, Ogata A and Tanaka N. Addition of Intensive Repetition of Facilitation Exercise to Multidisciplinary Rehabilitation Promotes Motor Functional Recovery of the Hemiplegic Lower Limb. *J Rehabil Med* 2004; 36:159-164.

### Özet

**Amaç:** Beyin hasarı olan hastalarda, hemiplejik bir alt ekstremitenin istemli hareketini iyileştirebilmek için, fasilitasyon yöntemiyle geliştirilmiş yoğun hareket tekrarlarının etkilerini değerlendirmek.

**Çalışma planı:** Bireyler arasında çoklu-temel modeli (A-B-A-B: A grubuna özgül tedavi verilmmez, B grubuna özgül tedavi verilir).

**Hastalar:** Örneklem grubu, inmeli 22 olguyu ve tümör operasyonu geçirmiş 2 hastayı kapsamaktadır (yaş:  $50.7 \pm 9.6$  yıl, başlangıçtan itibaren geçen zaman:  $7.1 \pm 2.6$  HAFTA). Olgular, rehabilitasyon merkezimize 1 Eylül 1995 ile 31 Mart 1997 tarihleri arasında başvuran 165 inmeli hasta arasından seçilmiştir.

**Gereç ve Yöntemler:** Fasilitasyon yöntemini içermeyen geleneksel rehabilitasyon egzersizleri ile sürekli tedavi görmekte olan hemiplejik hastalara, fasilitasyon yöntemlerinden oluşan egzersizler (5 farklı hareket için günde 100 kereden fazla tekrar), iki kez, 2şer haftalık seanslar şeklinde uygulanmıştır. Etkilenen alt ekstremitenin motor işlevi (hemiplejide Brunnstrom İyileşme Evresi, ayak-vurma testi ve diz ekstansiyonu / fleksiyonunun kuvveti) ve yürüme hızı, 2 haftalık aralarla değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** İlk geleneksel rehabilitasyon programından sonra ve fasilitasyon egzersizleriyle birlikte geleneksel rehabilitasyon egzersizlerinin birlikte uygulandığı ilk ve ikinci seansların ardından, Brunnstrom Evresi'nde, ayak-vurma hareketinde ve diz ekstansiyonu/fleksiyonu kuvvetinde anlamlı düzelme olmuştur. Geleneksel rehabilitasyon ile birlikte uygulanan fasilitasyon yöntemleriyle elde edilen iyileşmenin, önce geleneksel rehabilitasyon egzersizleri seansları yapılan hastalardaki iyileşmeye göre anlamlı ölçüde daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**Sonuç:** Fasilitasyon yöntemiyle geliştirilmiş yoğun hareket tekrarları (başlıca, propriyoseptif nöromusküler fasilitasyon yöntemi, germe refleksi ve deri-kas refleksi), beyin hasarı olan hastalarda, hemiplejik alt ekstremitenin istemli hareketinde düzelme sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hemipleji, egzersiz terapisi, işlevsel iyileşme, fasilitasyon yöntemi

Türkiye Klinikleri J PM&R 2004, 4:81-90

**Yazışma Adresi/Correspondence:** Kazumi KAWAHIRA  
3930-7, Makizono-cho, Kagoshima, 899-6603, JAPAN  
louisak@m.kufm.kagoshima-u.ac.jp

Copyright © 2004 by Türkiye Klinikleri

Türkiye Klinikleri J PM&R 2004, 4

### Abstract

**Objective:** To evaluate the effects of the intensive repetition of movements elicited by the facilitation technique to improve voluntary movement of a hemiplegic lower limb in patients with brain damage.

**Design:** A multiple-baseline design (A-B-A-B: A without specific therapy, B with specific therapy) across individuals.

**Patients:** The sample comprised 22 subjects with stroke and 2 brain tumour-operated subjects (age:  $50.7 \pm 9.6$  years, time after onset:  $7.1 \pm 2.6$  weeks). They were selected from among 165 patients with stroke who were admitted to our rehabilitation centre from September 1, 1995 to March 31, 1997.

**Material and Methods:** Two 2-week facilitation technique sessions (more than 100 repetitions a day for each of 5 kinds of movement) were applied at 2-week intervals in patients with hemiplegia, who were being treated with continuous conventional rehabilitation exercise without the facilitation technique for hemiplegia. Motor function of the affected lower limb (Brunnstrom Recovery Stage of hemiplegia, the foot-tap test and the strength of knee extension/flexion) and walking velocity were evaluated at 2-week intervals.

**Results:** Significant improvements in Brunnstrom Stage, foot-tapping and the strength of knee extension/flexion of the affected lower limb were seen after the first conventional rehabilitation exercise session and after the first and second facilitation technique and conventional rehabilitation exercise sessions. The improvements after facilitation technique and conventional rehabilitation exercise sessions were significantly greater than those after the preceding conventional rehabilitation exercise sessions.

**Conclusion:** Intensive repetition of movement elicited by the facilitation technique (chiefly proprioceptive neuromuscular facilitation pattern, stretch reflex and skin-muscle reflex) improved voluntary movement of a hemiplegic lower limb in patients with brain damage.

**Key Words:** Hemiplegia, exercise therapy, functional recovery, facilitation technique

İnme rehabilitasyonunda, beyin hasarına bağlı hemiplejinin işlevsel açıdan iyileşmesi amacıyla, propriyoseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF)

yöntemleri de dahil olmak üzere fasilitasyon yöntemleri,<sup>1</sup> Brunnstrom yaklaşımı (nörofizyolojik yaklaşım),<sup>2</sup> Bobath yaklaşımı (sinirsel gelişim yaklaşımı),<sup>3</sup> terapötik elektriksel uyarım,<sup>4</sup> elektromiyografik biyolojik geribildirim,<sup>5</sup> yoğun rehabilitasyon terapisi<sup>6</sup> ve kısıtlayıcı terapi<sup>7</sup> gibi çeşitli yaklaşımlar denenmiştir. Nörofizyolojik teori ve hayvanlarda yapılmış birçok nörofizyolojik çalışmalar, fasilitasyon yöntemlerini desteklemektedir ve bu yöntemler, hemiplejik ekstremiteletin istemli hareketlerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Ancak, olağan fasilitasyon yöntemlerinin, nörofizyolojik mantığını ve inmedeki rehabilitasyonundaki etkinliğine ilişkin bazı tartışmalı konular söz konusudur. Özellikle, bu yöntemlerin, geleneksel egzersiz terapilerine göre daha üstün olduğuna dair yeterli kanıt bulunmamaktadır.<sup>9-11</sup> Ancak, yoğun rehabilitasyon terapisi ile gözlenen işlevsel düzelmeler,<sup>12</sup> izole hareketlerin tekrarlanması şeklindeki çalışmalar<sup>13</sup> ve zorlayarak tetikleyen terapiler (constraint-induced), fasilitasyon yöntemlerini kapsayan terapötik egzersizlerin, yeterli yoğunlukta ve kalitede yapılması koşuluyla ve özellikle de düzeltilmesi istenen istemli hareketlerin tekrarlarından oluşuyorsa, hemiplejik ekstremiteletin motor işlevlerinde iyileşme sağlayabileceğini göstermiştir.

Erişkin primatlarda, eller kullanılarak yapılan, tekrarlanan motor beceri egzersizleri, primer motor kortekste, yapılan egzersizin sıklığı ile orantılı olarak değişikliklere yol açmıştır.<sup>14</sup> Daha da ötesi, beyin enfarktından sonra, zarar görmemiş komşu korteks dokusundaki işlevsel iyileşme ve yeniden düzenlenme, hemiplejik el ile gerçekleştirilen tekrarlanan egzersizler sayesinde hızlanmıştır.<sup>15</sup> Beyin hasarından sonra beynin bu yolla şekillendirilebilir olma özelliği, insanlarda da gözlenmiştir.<sup>16</sup>

Hedefe yönelik istemli hareketi ortaya çıkarabilmek için gerekli olan sinir ağını kuvvetlendirmek için hemiplejik ekstremiteye yaptırılan tekrarlayan istemli hareketler gereklidir. İstemli hareketin sinerjiden bağımsız olarak gerçekleşmesi gerekir. Hemiplejik ekstremiteletin istemli hareketinin iyileşme derecesi, istemli hareketin, fasilitasyon yöntemleri aracılığıyla tekrarlanmasına bağımlı olabilir. Ancak, insanlarda, tekrarlayan

özel terapötik egzersizlerin, hemiplejik ekstremiteletin istemli hareketinin iyileşmesi üzerindeki etkileri konusunda az sayıda çalışma bulunmaktadır.<sup>6,13,17,18</sup>

Sunulan bu çalışmada, hemiplejik alt ekstremitelere uygulanan geleneksel rehabilitasyon egzersizinin (GRE) yanı sıra, fasilitasyon yöntemleri kullanılarak yoğun bir şekilde tekrarlanan istemli hareketlerin, hemiplejik alt ekstremitenin motor iyileşmesine, tek başına uygulanan geleneksel rehabilitasyon egzersizlerine göre, daha fazla katkıda bulunup bulunmayacağı araştırılmıştır.

## Gereç ve Yöntemler

### Olgular

Hemiplejili hastalar, Japonya'daki Kagoshima Üniversitesi Kirishima Rehabilitasyon Merkezi'ne, 1 Eylül 1995 ile 31 Mart 1997 tarihleri arasında başvurup, yatırılmış hastalar arasından seçilmiştir.

Çalışma grubu, 165 hemiplejili hasta arasından seçilmiş hastanede yatan 24 olgudan (18 erkek ve 6 kadın) oluşmuştur. Hastaların tanıları, serebral hemoraji (17 hasta), serebral enfarkt (5 hasta) ve operasyon sonrası beyin tümörü (2 hasta) olarak belirlenmiştir. Hastaların ortalama yaşı  $50.7 \pm 9.6$  (33-70 yaş), hastalığın başlangıcından itibaren geçen zaman  $7.1 \pm 2.6$  hafta (3-12 hafta) ve hemiplejik alt ekstremitenin ortanca ve dörtte birlik Brunnstrom Evresi Evre 3.0, 3-4 (Evre 2-4) olarak belirlenmiştir. Hastaların 14'ünde sağ hemipleji, 10'unda da sol hemipleji saptanmıştır (Tablo 1). Çalışmaya alınmama ölçütleri şunlardır: (i) 71 yaşın üzerinde olmak; (ii) inme veya operasyondan sonra 13 haftadan uzun bir zaman geçmiş olması; (iii) inme veya beyin tümörü ortaya çıkmadan önce yürüyüşün normal olmaması; (iv) fasilitasyon egzersizlerinin yoğun tekrarı (FEYT) veya GRE terapilerinin tamamlanmasını engelleyecek tıbbi bir hastalığın bulunması (örn., ciddi kardiyopulmoner hastalıklar veya eklemde, kalça kırığı ya da kalça/diz eklemi replasmanı nedeniyle yetersizlik); (v) FEYT'te terapistin sözlü talimatını takip etmeyi engelleyecek düzeyde afazi bulunması; (vi) bilateral hemisferlerde lezyonlar, ciddi duysal kusur, tedavi değerlendirmesine veya dikkati ya da öğrenme kapasitesini etkileyecek düzeyde demans

**Tablo 1.** Olguların özellikleri (s = 24)

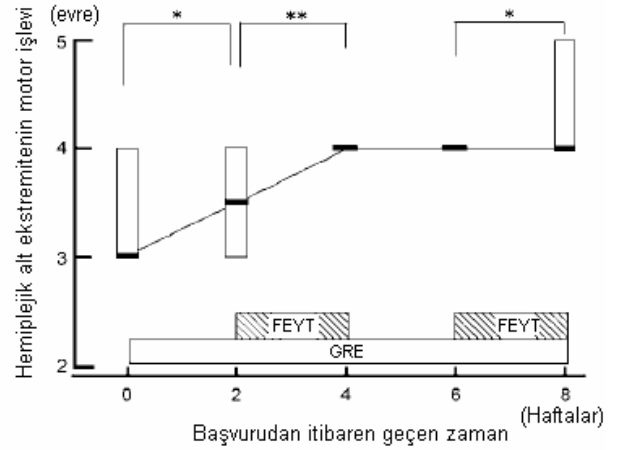
Özellikler	
Yaş, yıl (ortalama, SS ve aralık)	50.7 (9.6, 33-70)
Cinsiyet, Erkek/Kadın (s)	18/6
Tanı (s)	
Hemoraji	17
Enfarkt	5
Tümör operasyonu	2
Lezyon bölgesi (s)	
Bazal gangliyonlar	19
Bazal G-korteksi	3
Korteks	2
Hemipleji gelişen taraf	
Sağ/sol	14/10
Başlangıçtan veya operasyondan bu yana geçen zaman, haftalar (ortalama, SS ve aralık)	7.1 (2.6, 3-12)
Hemiplejik alt ekstremitenin Brunnstrom Evresi (ortalama, dördüller ve aralık)	3.0 (3-4, 2-4)

veya visuo-spatial hemineglect; (vii) hiperozmolar (gliserol veya mannitol) ve hiperbarik oksijen tedavilerinin tamamlanmamış olması. Hastalara uygulanan işlemler, 1975 Helsinki Deklarasyonu'nun, 1983'te yeniden gözden geçirilmiş şekli ile uyumludur. Hastanenin etik kuralları uyarınca, tüm hastalardan bilgilendirilmiş onay alınmıştır.

### Çalışma Yöntemi ve Tedavi Protokolü

Bireyler arasında çoklu temel modeli (A-B-A-B: A grubuna özgül tedavi verilmez, B grubuna özgül tedavi verilir) kullanılmıştır. Tüm hastalara, 8 haftalık çalışma süresi boyunca, hemipleji için sürekli GRE terapisi uygulanmıştır. Buna ek olarak olgular, hemiplejik alt ekstremite için, başvurudan sonraki 3. ve 4. haftalarda ve 7. ve 8. haftalarda toplam iki kez olmak üzere, 2şer haftalık FEYT seanslarına katılmışlardır (Şekil 1). Bir hekim ve 3 fizyoterapist, çalışma seanslarına katılmış, GRE ve FEYT terapilerinin özelliklerini belirlemiş ve FEYT'i standardize etmiştir.

GRE seansları, bir fizyoterapist ile 45 dakikalık terapötik egzersiz ve 2-3 saatlik istemli çalışmadan oluşmaktadır ve haftada 5 gün, günde bir kez yapılmıştır. Terapötik egzersizler, pasif hareket aralığı egzersizleri, minder egzersizi, ayağa kalkma ve oturma ve yardımcı gereçler veya destek ile



**Şekil 1.** Hemiplejik alt ekstremite motor işlevi, geleneksel rehabilitasyon egzersizi (GRE) ve fasilitasyon egzersizlerinin yoğun tekrarı (FEYT) ile motor işlevsel iyileşmesi. Kutular, tüm olgular için, ortalama (50. yüzdebirlik dilim) ve dördül (25. ve 75. yüzdebirlik dilimler) Brunnstrom Evresi değerlerini göstermektedir. Belirtilen dönemler arasında \* p<0.005 ve \*\* p<0.01.

yürüme işlemini kapsamaktadır. Hastanın fiziksel performansı arttıkça, minder egzersizindeki tekrar sayıları ve yürüme mesafesi artırılmıştır. FEYT tedavisindeki fasilitasyon yöntemleri, günde en fazla 20 kez tekrar edilen bir egzersiz çeşidi ile sınırlanmıştır. Bireyin gereksinimlerine göre, mesleki terapi (günlük yaşam etkinlikleri (GYE), mesleki, algısal ve işlevsel etkinlik çalışmaları), konuşma terapisi ve eğlendirici etkinlikler de uygulanmıştır. Tüm hastaların, çalışma odasında, 1 saatlik öğle tatili dışında, sabah 09:00'dan, akşamüzeri 17:00'a kadar istemli çalışma yapmalarına izin verilmiştir.

Bu çalışmada, sinir bloğu, elektriksel tedavi ve kas gevşeticilerin dozunda değişiklik uygulanmamıştır.

FEYT-GRE seanslarında, FEYT, hemiplejik alt ekstremitte için, 7 farklı egzersiz modeli arasından seçilmiş 5 çeşit özel egzersiz modelini kapsamaktadır (aşağıya bakınız). Bu egzersizlerin amacı, hemiplejik alt ekstremitenin motor işlevsel iyileşmesini sağlamak ve hastanın, yürüyüş sırasındaki özel hareketleri yapabilir hale gelmesine olanak tanımak, özellikle de Trendelenburg yürüyüşünü, hemiplejik alt ekstremitenin salınımını ve topuk

vuruşundan önceki spastisiteyi düzeltmektir. Hemiplejik alt ekstremitte için uygulanan 5 özel egzersiz modeli, hemipleji iyileştikçe değiştirilmiştir. Her egzersiz, bir fizyoterapist veya bir hekimin yardımı ile yapılmış ve günde 100 kez tekrarlanmıştır (haftada 5 gün). Hastalara, görsel dikkatlerini, alt ekstremitte hareketlerine yoğunlaştırmaları ve hedeflenmeyen kaslarda güçlü kasılmaları engellemek açısından, aşırı çaba harcamamaları öğütlenmiştir.

Bu çalışmada benimsenen yöntemler, PNF,<sup>1</sup> Brunnstrom<sup>2</sup> ve Bobath<sup>3</sup> yöntemlerinin değiştirilmesi ile belirlenmiştir ve bu yöntemlerle uyumludur.

1. Yan yatma pozisyonunda, diz 90 derecede fleksiyonda iken, kalça ekstansiyonu/fleksiyonu (6. madde için hazırlık).

2. Sırtüstü yatar pozisyonunda, diz 10 derecede fleksiyonda iken kalçanın dışa rotasyonu/içerotasyonu (6. madde için hazırlık).

3. Sırt üstü yatar pozisyonunda, diz 135 derecede iken kalçanın fleksiyonu/addüksiyonu/dışa rotasyonu - kalçanın ekstansiyonu/abduksiyonu/içerotasyonu (6. madde için hazırlık).

4. Oturur pozisyonunda, kalça 90 derecede fleksiyonda iken dizin ekstansiyonu/fleksiyonu (Brunnstrom yöntemi) veya Cybex ile izotonik hareketler (ekstansiyon 1 kg/fleksiyon 1 kg)

5. Oturur veya sırtüstü yatar pozisyonunda, ayak bileğinin ekstansiyonu/dorsifleksiyonu (Brunnstrom yöntemi)

6. Sırtüstü yatar pozisyonunda, ayak bileği dorsifleksiyonda iken, kalçanın fleksiyonu / addüksiyonu / dışa rotasyonu, dizin fleksiyonu – ayak bileği 0 derecede fleksiyonda iken kalçanın ekstansiyonu/abduksiyonu/içerotasyonu, dizin ekstansiyonu. Kalça ekstansiyonu/abduksiyonu/içerotasyonu, diz ekstansiyonu sırasında, kalçada addüksiyon ve ayak bileğinde ekstansiyon ortaya çıktığında, bu hareket durdurulmuş ve ayak bileği hızla ekstansiyona getirilerek, karşıt hareket uygulanmıştır (PNF).

7. Kalça ve diz pasif olarak, dik pozisyonunda iken 90 derece ekstansiyondan 0 dereceye getiril-

diğinde, ayak bileğinin 0 derecede fleksiyonda tutulması (Bobath yöntemi)

Egzersiz programının tamamlandığından emin olmak için, her hastaya, istemli çalışma programını (egzersiz çeşitleri tekrar sayıları) ve FEYT için seçilmiş fasilitasyon yöntemlerini gösteren listeler verilmiştir. Hasta, çalışma programındaki hareketlerden birini tamamladığında, tedaviyi uygulayan veya çalışmayı denetleyen fizyoterapist veya hekim tarafından listeye işaret koyulmuştur.

### İşlevsel İyileşmenin Değerlendirilmesi

Başvuru sırasında ve FEYT ve GRE seanslarından önce ve sonra, 4 fiziksel parametre ve tüm vücudun fiziksel yeteneği ölçülmüştür.

Sinerjiden bağımsız istemli hareketin derecesi, alt ekstremitte hemipleji için Brunnstrom'un İyileşme Evresi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm değerlendirmeler, orijinal tanımlara göre yapılmıştır.<sup>2</sup>

Ayağın işlevsel hareketini ve ayak bileği dorsifleksiyonu ile ekstansiyonunun koordinasyonunu değerlendirmek için ayak-vurma testi<sup>19</sup> kullanılmıştır. Oturur pozisyonunda ve hemiplejik bacak, değerlendirmeci tarafından diz ve ayak bileğinde sabitlenmiş durumda iken, ayağa vurma sayısı ölçülmüştür. Bu harekette başlangıç noktası, dizin 90 derecede fleksiyonda ve ayak bileğinin 0 derecede fleksiyonda olması şeklindedir. Oturur pozisyonunda 5 dakika dinlendirildikten sonra, hastadan, topuğunu yerden kaldırmadan, ayağına olabildiğince hızlı vurması istenmiştir. Otuz saniyelik süre içinde, ayak burnunu ve ayak parmaklarının kökünü kaldırmak suretiyle gerçekleştirilen vurma sayısı kaydedilmiş ve 2 kez tekrarlanan ölçümlerde elde edilen en iyi performans, analizde kullanılmıştır.

Sinerjiden bağımsız bir hareket şablonunda, diz fleksiyonu ve ekstansiyonunun izometrik kas gücü, hasta oturur pozisyonunda iken Cybex 6000 dinamometre kullanılarak ölçülmüştür (Cybex International, Inc., Medway, MA, ABD). Hasta, Cybex kullanma el kitabında belirtilene uygun bir kemer ile, kalça eklemi 90 derecede ve diz 60 derecede olacak şekilde sabitlenmiştir.<sup>20</sup> Veriler kaydedilmeden önce, hastanın 3 deneme tekrarı yap-

masına izin verilmiştir. Bir dakikalık bir dinlenmeden sonra, hastadan, 3 saniye boyunca olabildiğince kuvvetli bir şekilde itmesi/çekmesi istenmiştir. İki denemede elde edilen en iye tepe tork (vücut ağırlığı oranı: %), analiz için kullanılmıştır.

Yürüme hızı,<sup>21</sup> vücutun hem hemiplejik hem de etkilenmemiş yanı dikkate alınmak suretiyle, tüm vücutun fiziksel yeteneği olarak değerlendirilmiştir. En yüksek yürüme hızı, hastaların 10 metreyi ne kadar zamanda yürüdükleri, bir kronometre ile ölçülerek belirlenmiştir. Olgular, istedikleri taktirde yürüme desteği kullanarak, olabildiğince hızlı yürümeye çalışmışlardır. Bu sırada, düşme olasılığına karşı, bir yardımcı hazır beklemiştir. Üç denemede elde edilen en iyi zaman, analiz için kullanılmıştır.

### Değerlendirme

Çalışma boyunca fiziksel işlevler, fizik tedaviyi uygulayan fizyoterapistler (hemiplejide Brunnstrom İyileşme Evresi ve yürüme hızı) ve 1 hekim (ayak-vurma testi ve diz fleksiyonu ve ekstansiyonunun izometrik kas gücü) tarafından değerlendirilmiştir. Kör değerlendirmeler kullanılmamış olmakla birlikte, fizyoterapist ve hekim, çalışma boyunca, birbirlerinin ölçüm sonuçlarından haberdar olmamıştır. Değerlendirmeciler, gözlemcilerin önyargısını ve değerlendirmeciler arasındaki uyumsuzluğu en aza indirmek ve tüm gözlemleri objektif olarak yapabilmek için, maddelerin puanlanması konusunda ortaya çıkabilecek olası güçlükleri, çalışmaya başlamadan önce tartışmışlardır.

### İstatistikler

GRE-FEYT ve GRE seansları sırasında motor işlevde anlamlı değişiklik olup olmadığını belirlemek için, 2 haftalık FEYT-GRE ve GRE seanslarında, işlevsel parametrelerdeki değişiklikler, istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Benzer şekilde, GRE'ye FEYT eklenmesinin, tek başına GRE'ye göre, daha fazla motor işlevsel iyileşme sağlayıp sağlamadığını ölçmek için de, 2 haftalık FEYT ve GRE seanslarında işlevsel parametrelerde kaydedilen değişiklikler, bir önceki GRE seansındaki parametrelerle karşılaştırılmıştır. Veriler, geniş ve sürekli olmayan bir dağılım gösterdiklerinden,

parametrik olmayan testler (Wilcoxon'un parametrik olmayan testi ve 1 örneklem işaret testi) kullanılarak incelenmiştir. Farklar,  $p<0.05$  olduğunda istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilmiştir.

### Bulgular

Her fiziksel parametre, GRE/FEYT ve GRE seanslarından önce ve sonra değerlendirilmiştir.

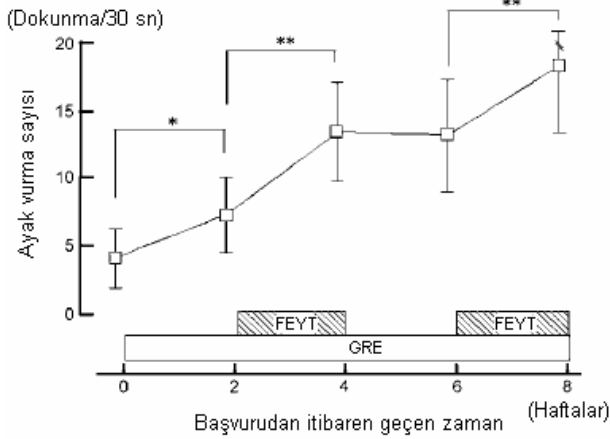
#### Hemiplejide Brunnstrom İyileşme Evresi

Şekil 1'de gösterildiği gibi, olguların tümünde, hemiplejide Brunnstrom İyileşme Evresi, başlangıçta 3.0, 3-4 (ortanca ve dördümler) iken, GRE seansının ilk 2 haftasından sonra, 3.5, 3-4 ( $p<0.05$ ) şeklinde bir artış göstermiştir. FEYT ve GRE seansının ilk 2 haftasından sonra ise, 3.5, 3-4 değerinden, 4.0, 4-4 ( $p<0.01$ ) değerine yükselmiştir. İlk FEYT-GRE seansındaki iyileşme değerleri ile ilk GRE seansının değerleri arasındaki fark, anlamlı bulunmuştur ( $p<0.01$ ). İkinci GRE seansından sonra ek bir iyileşme gözlenmemekle (4.0,4-4 ile 4.0, 4-4; a.d.) birlikte, ikinci FEYT-GRE seansından sonra anlamlı bir iyileşme (4.0,4-4 değerinden 4.0, 4-5 değerine  $p<0.04$ ) gözlenmiştir. Yine, ikinci FEYT-GRE seansından sonraki iyileşme, ikinci GRE seansından sonrakine göre daha fazla olmuştur; ancak, bu fark, istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ( $p<0.08$ ). İki FEYT-GRE seansındaki toplam iyileşme (1.0, 0-1), iki GRE seansındaki (0.0, 0-0) göre anlamlı ölçüde daha fazladır ( $p<0.01$ ).

Kombine FEYT-GRE seanslarında, 5 hastada, 2 Brunnstrom Evresinden fazla iyileşme gözlenmiş olmakla birlikte, kombine GRE seanslarında, hiçbir hastada bu tür bir iyileşme olmamıştır. İkinci GRE seansında, 2 hastada, 1 Brunnstrom Evresi düşüş görülmüştür.

#### Ayağa Vurma

Otuz saniye içinde ayağa vurma sayısı, ilk GRE seansından sonra  $3.2 \pm 9.0$  adet (a.d.), ilk FEYT-GRE seansından sonra ise  $6.0 \pm 8.1$  adet ( $p<0.01$ ) artmıştır (Şekil 2). Bu değerler, ikinci GRE ve FEYT-GRE seanslarından sonra sırasıyla  $0.1 \pm 6.1$  adet (a.d.) ve  $4.9 \pm 7.0$  adet ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. FEYT-GRE seansındaki her iyileşme, bir önceki GRE seansındakinden daha fazla olmak-



**Şekil 2.** Geleneksel rehabilitasyon egzersizleri (GRE) ve fasilitasyon egzersizlerinin yoğunlaştırılmış tekrarları (FEYT) ile ayağa vurma ölçümü. Otuz saniye içinde ayağa vurma sayısı (ortalama ve SE). Belirtilen dönemler arasında \* $p<0.05$  ve \*\* $p<0.01$ .

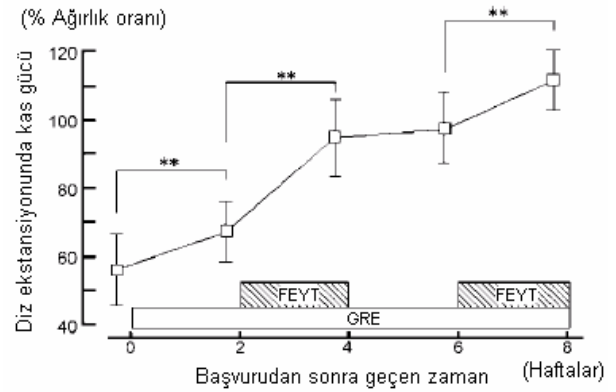
la birlikte, sadece ikinci GRE ile FEYT-GRE seansları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). FEYT-GRE seanslarındaki toplam iyileşmenin ( $11.0 \pm 10.2$  kez vurma), iki GRE seansındakinden ( $3.1 \pm 10.2$  kez vurma) anlamlı ölçüde daha fazla ( $p<0.01$ ) olduğu anlaşılmıştır.

### Diz Ekstansiyonu/Fleksiyonunun İzometrik Kas Gücü

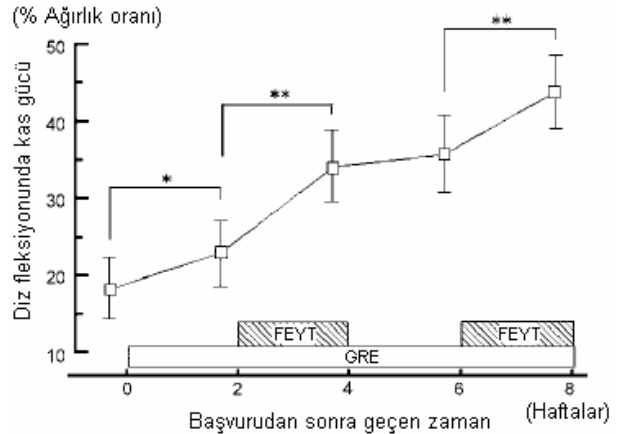
Diz ekstansiyonunun izometrik kas gücü, GRE-FEYT ve GRE'nin ardından, sırasıyla, ilk seansta  $16.7 \pm \%17.5$  ( $p<0.01$ ) ve  $27.2 \pm \%26.7$  ( $p<0.01$ ) ve ikinci seansta  $2.7 \pm \%17.0$  (AD) ve  $14.4 \pm \%20.5$  ( $p<0.01$ ) değerlerinde artış göstermiştir (Şekil 3). İkinci FEYT-GRE seansından sonra görülen iyileşme, ikinci GRE seansından sonra görülene göre anlamlı ölçüde daha fazla olmuştur ( $p<0.01$ ). İki FEYT-GRE seansındaki kombine iyileşme ( $42.0 \pm \%30.7$ ), iki GRE seansındaki iyileşmeye ( $19.6 \pm \%25.5$ ) göre anlamlı derecede daha fazla olmuştur ( $p<0.01$ ).

Diz fleksiyonunun izometrik kas gücü, ilk GRE-FEYT ve GRE seanslarından sonra, sırasıyla  $4.2 \pm \%9.7$  ( $p<0.05$ ) ve  $9.0 \pm \%16.2$  ( $p<0.01$ ) değerlerinde iyileşme gösterirken, ikinci seanslarda bu iyileşme sırasıyla,  $0.3 \pm \%9.8$  (a.d.) ve  $8.0 \pm$

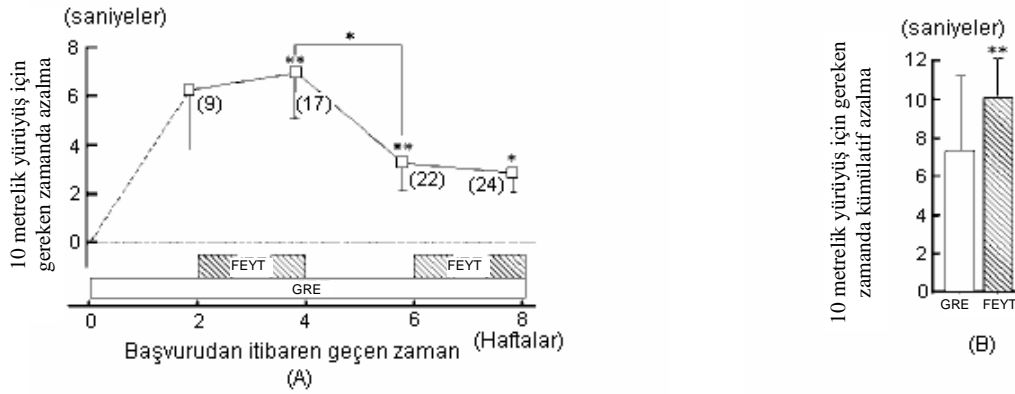
$\%10.9$  ( $p<0.01$ ) değerlerinde bulunmuştur (Şekil 4). FEYT-GRE'nin ikinci seansındaki iyileşme düzeyi, GRE'nin ikinci seansında gözlenenenden anlamlı miktarda daha fazla olmuştur ( $p<0.01$ ). İki FEYT-GRE seansındaki kombine iyileşme ( $19.3 \pm \%20.6$ ), iki GRE seansındaki iyileşmeye ( $9.2 \pm \%15.2$ ) göre daha fazla olmakla birlikte, iki FEYT-GRE seansı ile iki GRE seansı arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ( $p<0.08$ ).



**Şekil 3.** Hemiplejik alt ekstremitelerde diz ekstansiyonunun, geleneksel rehabilitasyon egzersizleri (GRE) ve fasilitasyon egzersizlerinin yoğunlaştırılmış tekrarları (FEYT) ile elde edilen izometrik kas gücü. Değerler, ortalama değerleri ve SE'yi yansıtmaktadır. Belirtilen dönemler arasında \* $p<0.05$  ve \*\* $p<0.01$ .



**Şekil 4.** Hemiplejik alt ekstremitelerde diz fleksiyonunun, geleneksel rehabilitasyon egzersizleri (GRE) ve fasilitasyon egzersizlerinin yoğunlaştırılmış tekrarları (FEYT) ile elde edilen izometrik kas gücü. Değerler, ortalama değerleri ve SE'yi yansıtmaktadır. Belirtilen dönemler arasında \* $p<0.05$  ve \*\* $p<0.01$ .



**Şekil 5.** Yürüme hızında, geleneksel rehabilitasyon egzersizleri (GRE) ve fasilitasyon egzersizlerinin yoğunlaştırılmış tekrarları (FEYT) ile ortaya çıkan değişiklikler. On metrelik yürüyüş için gereken zamanda her seanstan sonra gözlenen azalma, (A) da dikey ekseninde gösterilmiştir. (□) her seansın başında ölçülen yürüyebilen hastaları göstermektedir. On metrelik yürüyüş için gereken zamanda, iki GRE ve iki FEYT-GRE seansından sonra gözlenen kümülatif azalma, (B) de dikey ekseninde gösterilmiştir. Değerler, ortalama değerleri ve SE'yi yansıtmaktadır. Belirtilen dönemler arasında \* $p < 0.05$  ve \*\* $p < 0.01$ , belli bir seansta, 10 metrelik yürüyüş için gereken zamanda gözlenen istatistiksel açıdan anlamlı azalmayı veya belirtilen seanslar arasındaki farkı yansıtmaktadır.

### Yürüme Hızı

Hasta ayağa kalktıktan sonra, GRE-FEYT ve GRE'nin ardından, 10 metreyi yürüme için gereken zaman, ilk GRE-FEYT ve GRE seanslarından sonra, sırasıyla  $5.9 \pm 12.1$  saniye (a.d.) ve  $8.1 \pm 8.4$  saniye ( $p < 0.01$ ) ve ikinci GRE-FEYT ve GRE seanslarından sonra ise sırasıyla  $6.0 \pm 8.0$  saniye ( $p < 0.01$ ) ve  $2.6 \pm 4.2$  saniye ( $p < 0.02$ ) azalma göstermiştir (Şekil 5). İki GRE ve iki FEYT-GRE seansından sonra, hastanın yürür hale gelmesiyle birlikte, 10 metreyi yürüme için gereken zamandaki kümülatif azalma, sırasıyla  $6.9 \pm 12.3$  saniye (a.d.) ve  $10.9 \pm 11.1$  saniye ( $p < 0.001$ ) bulunmuştur. İki GRE ve iki FEYT-GRE seansı arasındaki fark anlamlı değildir. Başlangıçta 9 olan yürüyebilen hasta sayısı, ikinci FEYT-GRE seansından sonra 24 olmuştur.

### Tartışma

Fasilitasyon yöntemiyle gerçekleştirilen istemli hareketlerin yoğun tekrarlarından sonra, hemiplejik alt ekstremitenin motor işlevlerinde anlamlı iyileşmeler gözlenmiştir. Bu iyileşmeler, FEYT olmadan uygulanan yöndeş GRE seanslarında gözlenenlerden anlamlı derecede daha fazla olmuştur.

Bu çalışmada, randomize bir kontrol modeli yerine, bireyler arasında çoklu temel model (A-B-A-B: A grubuna özgül tedavi verilmez, B grubuna özgül tedavi verilir) uygulanmıştır. Bunun nedenleri, (i) çalışma grupları arasında heterojeniteyi dışlamak için yeterli hasta bulunmaması ve (ii) etik nedenlerden dolayı, kontrol grubunu oluşturmak üzere, bazı hastaların rehabilitasyon tedavisinden yoksun bırakılmasının mümkün olmamasıdır. Beyin hasarının etiyolojisi ve lezyon bölgesinin işlevsel iyileşme üzerindeki etkisi incelenmemiştir; çünkü, hasta seçimi ölçütleri uyarınca, olguların çoğunda etiyoloji ve lezyon bölgeleri benzerlik göstermektedir.

Son yıllarda, fizyoterapinin içeriği ve dozunun, inmenin iyileşme şeklini belirleyen önemli faktörler olduğu düşünülmektedir<sup>22,23</sup> ve motor işlevlerin iyileşmesi açısından da yararlı olduğu gösterilmiştir.<sup>12,24</sup> Nörofizyolojik çalışmalar, motor öğrenme için, aynı hareketlerin tekrar edilmesi gerektiğini ileri sürmektedir.<sup>25</sup> Hemiplejik bir ekstremitenin, motor işlevsel iyileşmesinin iyi olabilmesi, istemli hareketlerin, özellikle de iyileşmesi istenen hareketlerin, sinerjiden bağımsız olarak gerçekleştirilmesine ve bu tür hareketlerin yoğun olarak tekrarlanmasına bağlı olabilir.<sup>13</sup>



Bu çalışmada, hemiplejide, istemli hareketleri sinerjiden bağımsız olarak gerçekleştirmek suretiyle motor işlevsel iyileşmeyi sağlamak için, fasilitasyon yöntemleri kullanılmıştır. Ancak, bugüne değin yapılmış olan çalışmalarda, çalışma planının yetersiz olması (örneklem grubunun sayısının az olması, kontrol grubunun bulunmaması), fasilitasyon yöntemlerinin ve bunların tekrarlarının, tedavi edici içeriğinin yetersiz olması ya da hemiplejideki iyileşmenin uygun şekilde değerlendirilememesi gibi nedenlerden dolayı, fasilitasyon yöntemlerinin, bu yöntemleri içermeyen geleneksel egzersiz terapilerine göre daha üstün olduğuna dair yeterli kanıt bulunmamaktadır. Tedavi edici egzersiz amacıyla veya yeni tedavilerin denenmesi için Bobath yöntemi kullanılmış olmakla birlikte, bu yöntemle, diğer tedavilere göre daha iyi sonuçlar elde edilmesi mümkün olmamıştır.<sup>5,6,18,26</sup> Yakın zamanda, motor eylemlerin tekrarlanması ile veya fizyolojik fasilitasyon yöntemleri kullanılarak motor kortikal uyarılabilirlikte değişikliklerin oluşturulabildiği, transkraniyal manyetik uyarmı yoluyla gösterilmiştir.<sup>27</sup> En belirgin etkiler, kasın kendisi istemli olarak aktive olduğunda elde edilmiştir.<sup>28</sup> Bu çalışmada kullanılan fasilitasyon yöntemleri, büyük oranda, Brunstrom yaklaşımı ve PNF'den seçilerek oluşturulmuştur; çünkü bu yöntemler, yönlendirilmiş istemli hareketlerin fark edilmesi ve gerçekleştirilmesi açısından yararlıdır ve bu tür hareketlerin yoğun bir şekilde tekrarlanmasına olanak tanır.

Eleman sayısının sınırlı olması nedeniyle kör değerlendirmeler yapılmamış olmakla birlikte, ölçüm sonuçlarının güvenilir olduğuna kanaat getirilmiştir; çünkü (i) bu çalışmadaki parametreler objektif olarak ölçülebilir değerlerdir; (ii) tüm değerlendirmeler, değerlendirmeciler arasında uyumsuzluğu en aza indirmek açısından, önceden tartışılmış ve değerlendirme yöntemleri etraflıca tanımlandıktan sonra yürütülmüştür; (iii) çalışma boyunca, değerlendirmeci/hasta çiftleri değişmemiştir.

Bu çalışmada, hemiplejik ekstremitenin motor işlevinde FEYT ve GRE seanslarından sonra elde edilen iyileşmenin, önceki GRE seansında elde edilenden anlamlı ölçüde daha fazla olduğu belirlenmiştir. FEYT-GRE seanslarının ardından görü-

len iyileşmenin, girişim sonucunda mı geliştiğini, yoksa inmenin ardından görülen spontan/entrensek iyileşmeye mi bağlı olduğunu ayırt etmek güçtür. Ancak, inmeden sonra GRE ile tedavinin, daha fazla nörolojik iyileşmeye yol açmasını beklemek mantıklıdır; çünkü, inme başlangıcından sonraki süre, nörolojik iyileşme ile ters ilişkilidir.<sup>29</sup> Hemiplejide, FEYT-GRE seanslarından sonra daha fazla iyileşme olması ve GRE seanslarından sonra kötüleşme gözlenmesi (ki bu durumda, önceki GRE seansındakine göre daha az spontan / entrensek işlevsel iyileşme olması beklenir), hemiplejideki motor iyileşmenin, FEYT tarafından sağlandığını ve yeni oluşan sinir ağlarının başlangıçta labil olması ve stabil bir sinir ağına dönüşmeden önce, zedelenmeye duyarlı olması nedeniyle, elde edilmiş olan iyileşmenin, bir sonraki GRE seansında bozulabileceğini düşündürmektedir.<sup>30</sup> Yeni sinir ağlarını kuvvetlendirmek ve FEYT'in verdiği hasardan sonra motor işlevsel iyileşmeyi korumak için, FEYT'in süresini uzatmak yararlı olabilir.

FEYT'in, motor işlevsel iyileşmede önem taşıyan bir yönü de, GRE ile birlikte uygulanan FEYT'in, fiziksel aktivitede bir artışa neden olma olasılığıdır. Ancak, FEYT ile artan fiziksel aktivitenin, hemiplejik alt ekstremitelerdeki motor işlevsel iyileşme üzerindeki etkileri, olasılıkla ihmal edilebilir niteliktedir: (i) GRE ve FEYT-GRE programlarındaki toplam fiziksel aktiviteler yaklaşık aynıdır; çünkü, hastalar hangi seansta olursa olsun, her gün çalışma odasında 3-4 saat boyunca fiziksel aktivite (bir fizyoterapist veya hekim ile istemli çalışma ve egzersiz tedavisi) yapmıştır; (ii) hastanın fiziksel aktivitesi artmış dahi olsa, bu artış, esasen etkilenmemiş ekstremitelere veya gövde üzerinde etki gösterecek ve hemiplejik ekstremitenin motor işlevinden ziyade, hastanın yürütmesine ve GYE'nin iyileştirilmesine yardımcı olacaktır. Hemiplejik alt ekstremitelere, fiziksel etkinlik ile kazandırılan kas aktivitesinin, 2 hafta için sinerjinin izolasyonunu artırmaya yeterli olmadığı sanılmaktadır; çünkü, bu olguların hemen hemen hiçbiri, sinerjiden en fazla düzeyde izole olmuş halde dahi, fasilitasyon işlemi olmadan, alt ekstremitelerini hareket ettiremezler. Fakat,



hemiplejik üst ekstremitelerde, kısıtlayıcı hareket (constraint-induced) terapisi ile elde edilen işlevsel iyileşmelerde<sup>7</sup> olduğu gibi, FEYT-GRE seansındaki işlevsel iyileşmelerden de, alt ekstremitelerin yönlendirilmiş hareketinin farkına varma çabasındaki artış sorumlu olabilir. Ancak, fasilitasyon yöntemleri ile sağlanan hareketin tekrarlanması ve yönlendirilmiş hareketin farkına varma çabalarındaki artışın, görece katkılarını belirlemek güçtür; çünkü hasta sayısı, bu iki etkinin ayrı ayrı incelenmesi açısından yeterli değildir.

FEYT-GRE ve GRE seansları arasındaki, yürüme hızına ilişkin fark dikkate alınacak olursa, iki FEYT-GRE ve iki GRE seansı arasında, 10 metre yürümek için gereken zamandaki kümülatif azalma açısından çok az bir fark olduğu söylenebilir. Yürüme araçları ile yürümeyi yeni başarabilmiş hemiplejik hastalarda, hemiplejik alt ekstremitelerdeki işlevsel iyileşme, yürüme hızındaki iyileşmeye doğrudan katkıda bulunmayabilir; çünkü, yürüme hızı, etkilenmiş alt ekstremitenin salınma ve duruşundan çok, etkilenmemiş tarafın kaslarının kuvvetlenmesi sonucunda ayakta daha dengeli durmaya bağlı olarak artabilir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, hemiplejik alt ekstremitelerin istemli hareketindeki iyileşmenin, egzersiz terapisinin yapısına (istemli hareketler ve aynı hareketin tekrarlanması) bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Fasilitasyon yöntemleri ile sağlanan istemli hareketlerin yoğun bir şekilde tekrarlanmasının, hemiplejideki motor işlevsel iyileşme üzerindeki etkisini daha iyi tanımlayabilmek ve inme rehabilitasyonundaki fizyoterapötik yaklaşımı optimize edebilmek için, randomize kontrollü çalışmalara gereksinim vardır.

#### KAYNAKLAR

1. Kott MBS, Voss DB. Proprioceptive neuromuscular facilitation. New York: Harper & Row; 1956.
2. Brunnstrom S. Movement therapy in hemiplegia: a neurophysiological approach. New York: Harper & Row; 1970.
3. Bobath B. Adult hemiplegia: evaluation and treatment. 2nd edn. London: Heineman Medical Books; 1978.
4. Merletti R, Andina A, Galante M, Furlan I. Clinical experience of electric peroneal stimulations in 50 hemiparetic patients. Scand J Rehabil Med 1979; 11: 111-21.
5. Basmajian JV, Gowland CA, Finlayson MAJ, Hall AL, Swanson LR, Stratford PW, et al. Stroke treatment: comparison of integrated behavioral physical therapy vs traditional physical therapy programs. Arch Phys Med Rehabil 1987; 68: 267-72.
6. Lincoln NB, Parry RH, Vass CD. Randomized, controlled trial to evaluate increased intensity of physiotherapy treatment of arm function after stroke. Stroke 1999; 30: 573-9.
7. von der Lee JH, Wagenaar RC, Lankhorst GJ, Vogelaar TW, Deville WL, Bouter LM. Forced use of upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial. Stroke 1999; 30: 2369-75.
8. Garrison SJ, Rolak LA, Dodaro RR, O'Callaghan AJ. Rehabilitation of the stroke patients. In: Delisa JA ed. Rehabilitation medicine: principles and practice. Philadelphia: JB Lippincott, 1988: 565-84.
9. Dickstein B, Hocherman S, Pillar T, Shaham R. Stroke rehabilitation: three exercise therapy approaches. Phys Ther 1986; 66:1233-38.
10. Logigian MK, Samuels MA, Falconer J, Zagar R. Clinical exercise trial for stroke patients. Arch Phys Med Rehabil 1983; 64: 364-7.
11. Stern PH, McDowell F, Miller JM, Robinson M. Effects of facilitation exercise techniques in stroke rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil 1970; 51: 526-31.
12. Sivenius J, Pyorala K, Heinonen OP, Salonen JT, Riekkinen P. The significance of intensity of rehabilitation of stroke: a controlled trial. Stroke 1985; 16: 928-31.
13. Butefisch C, Hummelsheim H, Denzler P, Mauritz K-H. Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand. J Neurol Sci 1995; 130:59-68.
14. Nudo RJ, Milliken GW, Jenkins WM, Merzenich MM. Usedependent alternations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. J Neurosci 1996; 16: 785-807.
15. Nudo RJ, Wise BM, SiFuentes F, Millken GW. Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. Science 1996; 272: 1791-94.
16. Rossini PM, Caltagirone C, Castriota-Scanderberg A, Cicinelli P, Demartin M, Pizzella V, et al. Hand motor cortical area reorganization in stroke: a study with fMRI, MEG and TCS maps. Neuroreport 1998; 9: 2141-46.
17. Feys HM, De Weerd WJ, Selz BE, Cox-Steck GA, Spichiger R, Vereeck L-E, et al. Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single-blind, randomized, controlled multicenter trial. Stroke 1998; 29: 785-92.
18. Hummelsheim H, Eickhof C. Repetitive sensorimotor training for arm and hand in a patient with locked-in syndrome. Scand J Rehabil Med 1999; 31: 250-6.
19. Franssen EH, Souren LE, Torossian CL, Reisberg B. Equilibrium and limb coordination in mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease. J Am Geriatr Soc 1999; 47: 463-9.

20. Sunnerhagen KS, Svantesson U, Lonn L, Krotkiewski M, Grimby G. Upper motor neuron lesions: their effect on muscle performance and appearance in stroke patients with minor motor impairment. Arch Phys Med Rehabil 1999; 80: 155-61.
21. Salbach NM, Mayo NE, Higgins J, Ahmed S, Finch LE, Richards CL. Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. Arch Phys Med Rehabil 2001; 82: 1204-12.
22. de Pedro Cuesta J, Widen Holmqvist L, Bach y Rita P. Evaluation of stroke rehabilitation by randomized controlled studies: a review. Acta Neurol Scand 1992; 86: 433-9.
23. Van der Lee JH, Snels IA, Beckerman H, Lankhorst GJ, Wagenaar RC, Bouter LM. Exercise therapy for arm function in stroke patients: a systematic review of randomized controlled trials. Clin Rehabil 2001; 15: 20-31.
24. Duncan PW. Synthesis of intervention trials to improve motor recovery following stroke. Top Stroke Rehabil 1997; 3: 1-20.
25. Asanuma H, Keller A. A neuronal mechanism of motor learning in mammals. NeuroReport 1991; 2: 217-24.
26. Langhammer B, Stanghelle JK. Bobath or motor relearning programme? A comparison of two different approaches of physiotherapy in stroke rehabilitation: a randomized controlled study. Clin Rehabil 2000; 14: 361-9.
27. Hummelsheim H, Hauptmann B, Neumann S. Influence of physiotherapeutic facilitation techniques on motor evoked potentials in centrally paretic hand extensor muscles. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1995; 97: 18-28.
28. Hauptmann B, Skrotzki A, Hummelsheim HRP, Hummelsheim H. Facilitation of motor evoked potentials after repetitive voluntary hand movements depends on the type of motor activity. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1997; 105: 357-64.
29. Jo`rgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, Vive-Larsen J, Stolier M, Olsen TS. Outcome and time course of recovery in stroke. Part II: time course of recovery. The Copenhagen stroke study. Arch Phys Med Rehabil 1995; 76: 406-12.
30. Muellbacher W, Ziemann U, Wissel J, Dang N, Kofler M, Facchini S, et al. Early consolidation in human primary motor cortex. Nature 2002; 415: 640-4.

---

*\*Orijinal İngilizce şeklinden Türkiye Klinikleri tarafından tercüme edilmiştir. Türkçeye tercümesinin doğruluğundan Türkiye Klinikleri sorumludur, Taylor&Francis sorumluluk kabul etmemektedir. Translated by Türkiye Klinikleri Publishing House from the original English language version. Responsibility for the accuracy of the translation in the Turkish language rests solely with Türkiye Klinikleri Publishing House and is not the responsibility of Taylor&Francis.*